

16Y, position controller, 18X,18Y, speed controller, 20X,20Y, current controller, 22X,22Y, current detector, 24X,24Y, position speed converter, 32X,32Y, position command generator

(11)特許出願公開番号

(43)公開日 平成5年(1993)4月16日

### 技術表示箇所

3 0 6 P 9179-3H

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全 15 頁)

(74)代理人 弁理士 吉田 研二 (外2名)

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 目標速度及び目標軌跡に応じて複数のモータそれぞれに対して位置指令を発する位置指令発生器と、位置指令及び位置フィードバックに基づき各モータに対して速度指令を発する複数の位置制御部と、速度指令及び速度フィードバックに基づき各モータに対して電流指令を発する複数の速度制御部と、電流指令及び電流フィードバックに基づき各モータの駆動電流を制御する複数の電流制御部と、各モータの位置、速度及び電流をそれぞれに対応する位置制御部、速度制御部及び電流制御部にフィードバックする手段と、を備え、複数のモータによる合成軌跡が目標軌跡を描くよう各該複数のモータの駆動電流を制御する数値制御装置において、各モータの電流指令を所定の設定電流と比較する複数の電流指令比較部と、

比較の結果電流指令が設定電流より大きい場合には目標速度を低減させ、各モータの電流指令を設定電流以下に調整する目標速度調整部と、

を備えることを特徴とする数値制御装置

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、複数のモータを駆動して所定の軌跡を描く数値制御装置を改良に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 図5には、一従来例に係る数値制御装置が構成されている。この図5に示される装置は、X軸のモータ10X及びY軸のモータ10Yを駆動して所定の軌跡を描く装置である。この装置は、目標軌跡並びにモータ10X及び10Yの目標速度フィードバックに基づき位置指令を発する位置指令発生器12と、位置指令に応じてモータ10X及び10Yを駆動するX軸制御部14X及びY軸制御部14Yとから構成されている。

【0003】 X軸制御部14Xは、位置指令及び位置フィードバックに基づき速度指令を発する位置制御部16X、速度指令及び速度フィードバックに基づき電流指令を発する速度制御部18X、電流指令及び電流フィードバックに基づきモータ10Xの駆動電流を制御する電流制御部20Xを備えており、Xは、モータ10Xの駆動電流を抽出する電流検出部22X、モータ10Xの駆動を位置に応じて検出する位置検出部24X、検出された位置を速度に変換する位置・速度変換部26Xを備えており、電流検出部22Xにより抽出される電流は電流制御部20Xにフィードバックされ、位置検出部24Xにより検出される位置は位置・速度変換部26Xに入力される。また位置制御部16Xにフィードバックされ、位置・速度変換部26Xにより得られる速度は速度制御部18Xにフィードバックされる。すなわち、位置、速度及び電流の3個のフィードバックループが構成されている。

【0004】 同様に、Y軸制御部14Yは、位置制御部

16Y、速度制御部18Y、電流制御部20Y、電流検出部22Y、位置検出部24Y、位置・速度変換部26Yから構成されている。

【0005】 この実施例の動作について、図6に示されるように円弧軌跡を描く例で説明する。すなわち、図6の円弧軌跡が目標軌跡とし、図7のような接線速度フィードバック目標速度フィードバック10X及び10Yを駆動しようとする場合、位置指令発生器12は目標軌跡及び目標速度フィードバックに基づきX、Yそれぞれに対して位置指令を発し、X軸制御部14X及びY軸制御部14Yに供給する。ここでは目標軌跡が円弧軌跡であるため、X、Yの位置指令は図8及び図9にそれぞれ示されるX、Yの目標軌跡に対応する値、すなわち次の式の値となる。ただし、V<sub>t</sub>は接線速度、Rは半径である。

## 【0006】

$$X = R \sin \theta + (V_t / \omega) \cos \theta + R$$

$$Y = R \cos \theta + (V_t / \omega) \sin \theta + R$$

X軸制御部14X及びY軸制御部14Yにおいては、上述した位置、速度及び電流の3個のフィードバックループにより、モータ10X及び10Yの駆動が制御される。すなわち、モータ10X及び10Yは、図5の装置の制御の下、駆動対象物（負荷）を駆動する。このように駆動は、目標軌跡の各点（目標位置）に達するまで繰り返される。なお、以上の動作において、位置指令、速度指令、電流指令、電流発生が同時に実行される場合もある。

【0007】 この実施例においては、許容最大電流より大きい電流でモータ10X、10Yが駆動されるのを防止するため、電流制御部20X及び20Yが図10のように動作する。この図10に示されるように、電流制御部20X及び20Yは、電流指令を速度制御部18X又は18Yから受け取った後（100）、電流指令I<sub>m</sub>がモータ10X又は10Yの許容最大電流I<sub>max</sub>より大きい場合かを判断し（102）、大きい場合には電流指令I<sub>m</sub>を許容最大電流I<sub>max</sub>に制限し（104）、電流指令I<sub>m</sub>に基づきモータ10X又は10Yの駆動電流を制御する（106）。

【0008】 このような電流指令I<sub>m</sub>の制限を行うと、結果として、モータ10X又は10Yの駆動制御に遅れが発生する。この実施例においては、軌跡の各点の所定値以上となった場合、一異常動作を判断され、モータ10X及び10Yの駆動が中止される。図11に示されるように、位置制御部16Xは、位置指令の値（指令位置）と位置フィードバックの値（現在位置）との差を求め（200）、与えられた差である位置偏差が設定されている許容値以下であるかを判断（202）、この条件が満たされない場合には異常と判断してその旨の表示及びモータ10X及び10Yの駆動を中止する（204）。

## 【0009】

【発明が解決しようとする課題】従来の数値制御装置においては、電流制御による軌跡がずれを監視し、上述のように異常動作が生じた時駆動を停止する処理も実行していた。しかし、例えば負荷が大きくなりモータの最大推力より大きな推力が必要となり、やはり軌跡がずれてしまうとき、軌跡のずれを検出できても、軌跡を修正することは出来ない。

【0010】図6に示されるような円弧軌跡を目標軌跡としている場合において、モータの駆動中に負荷変動等が生じると、位置指令に対する遅れが発生し、この遅れを回復するための必要推力がモータの最大発生トルクより大きくなり、例えばX軸方向のみに関して考えた場合、図12(A)において示されるような軌跡となり、破線が指令に対して図12(B)に示される偏差が生ずれる。このため、図11に示される動作によって、ある時間、モータの駆動電流が制限される(図12(C))。この結果、実際の軌跡は図13に示されるように円弧とは大きく異なるものとなる。

【0011】本発明は、このような問題を解決することを課題としてなされられており、負荷変動等による軌跡がずれを防止することを目的とする。

## 【0012】

【課題を解決するための手段】このような目的を達成するため、本発明は、各モータの電流指令を所定の設定電流と比較する後、電流指令比較部が、比較の結果電流指令が設定電流より大きい場合には目標速度を低減させ、各モータの電流指令を設定電流以下に調整する目標速度調整部と、を備えることを特徴とする。

## 【0013】

【作用】本発明においては、電流指令が所定の設定電流、例えばモータ許容最大電流と比較される。この結果前者が大きい場合には前者を後者に以下となるよう、目標速度が調整される。このように、過負荷等による遅延が困難になる場合であっても、目標速度を低減される結果、追従を確保し目標軌跡を描くことが可能になる。

## 【0014】

【実施例】以下、本発明の好適な実施例について図面に基づき説明する。なお、図5乃至図13に示される従来例と同様の構成には同一の符号を付し説明を省略する。

【0015】図1には、本発明の実施例に係る数値制御装置の構成が示されている。この装置は、X軸制御部14X及びY軸制御部14Yにそれぞれ電流指令比較部28X及び28Yと負荷位置指令発生部32X及び32Yを含む構成となっており、

【0016】電流指令比較部28X及び28Yは、それぞれ、モータ10X又は10Yの許容最大電流 $I_{max}$ 以下に設定された電流値と電流指令 $I_m$ とを比較し、後者が前者より大きい場合速度低下指令を発生する。目標速

度調整部30は、位置指令発生部32X又は32Yに目標速度を与える一方、電流指令比較部28X及び28Yの出力を監視し、速度低下指令が発生した場合には目標速度を一定量 $\Delta V$ ずつ減らし、位置指令発生部32X及び32Yは、目標速度調整部30からの目標速度 $V$ に基づき目標軌跡に基づき対応する軸の位置指令を発生する。また、電流制御部20X及び20Yは、速度低下指令が発生している $V$ の値を、モータ10X又は10Yに対して従来の動作の駆動電流制御を行う。

【0017】すなわち、この実施例の特徴とするところは、電流指令 $I_m$ が設定電流を越えようとしたときXに目標速度 $V$ を漸次低減するようにしている点である。

【0018】図1には、この実施例の動作が示されている。この図はX軸について説明であるが、Y軸についても同様になる。この図に示されるように、初めには、目標速度 $V$ の最高速度 $V_m$ に設定される(300)。次に、位置指令発生部32Xは、この目標速度 $V$ に基づき位置指令を発生させる(302)。目標軌跡は図6のようなものである場合、発生式は以下のような式である。

【0019】 $X = R \sin(\pi/V) \cdot (1 - R)$

位置制御部16Xは、この位置指令及び位置検出部24Xからの位置フィードバックに基づき $V$ 、速度指令を発生する(304)。次に、速度制御部18Xは、速度指令及び位置・速度換算部16Xを介する速度フィードバックに基づき電流指令 $I_m$ を発生する(306)。このとき、電流指令 $I_m$ が所定の設定電流より大きい場合は電流指令比較部28Xにより検出される(308)。電流指令比較部28Xは、大きい場合は目標速度低下指令を発生、目標速度調整部30に送り、減して目標速度 $V$ を $\Delta V$ だけ低下させる(310)。すなわち、

$V = V - \Delta V$

となる。この処理は、図1の302に戻る。

【0020】従って、当初、電流指令 $I_m$ が所定の設定電流より大きい場合でも、上記の動作の繰り返しによって、電流指令 $I_m$ が設定電流以下となる。電流指令比較部28Xにこの電流指令 $I_m$ が設定電流以下であると判定された場合には、電流制御部20Xによるモータ10Xの駆動電流制御に移る(312)。

【0021】この後、これは電流制御部20Xは、電流指令 $I_m$ が設定電流以下に制限された状態で、モータ10Xの駆動電流を制御する。このため、時間変換して電流(314)。次に、図300に戻る。

【0022】図1には、この実施例における目標速度調整部30の構成が示されている。この中に示されるように、目標速度調整部30は、電流指令比較部28X及び28Yからの速度低下指令を入力し目標速度 $V$ を調整する演算部34を備えており、この演算部34における処理に用いる諸量を記憶するメモリとして最大速度保存メモリ36、目標速度保存メモリ38、減速量保存メモ

メモリ40を備えている。演算部34は、速度低下指令を入力する機能を有する速度低下指令受け取り部42と、ステップ310の演算を行う機能を有する目標速度低下計算部44と、調整した目標速度 $V_{adj}$ を位置指令発生部32X及び32Yに出力する機能を有する目標速度送出部46とを有している。

【0023】図1には、この目標速度調整部30の動作の流が示されている。この図に示されるように、まず、前述のステップ360に対応するように、最大速度保存メモリ36から最高速度 $V_m$ を読み出す。演算部34により目標速度 $V_{set}$ に設定される(400)。次に、この目標速度 $V_{set}$ は目標速度送出部46により位置指令発生部32X及び32Yに出力され、かつ目標速度保存メモリ38に記憶される(402)。さらに、速度低下指令受け取り部42により電流指令比較部28X及び28Yから速度低下指令が受け取られているか否かが判定される(404)。受け取られていない場合は、ステップ406になる。この時点での電流指令比較部28の速度低下指令が受け取られている場合は、ステップ402に対応して送出した目標速度 $V_{set}$ に対応する電流指令 $I_m$ が設定電流を越えている状態であるため(308)、ステップ310に係る演算が、目標速度低下計算部44により実行される(406)。この演算は、目標速度保存メモリ38に記憶されている目標速度 $V_{set}$ 、及び減速度量保存メモリ40に記憶されている $\Delta V$ に基づき、実行される。このようにして低下させた目標速度 $V_{adj}$ は目標速度送出部46により位置指令発生部32X及び32Yに出力され、かつ目標速度保存メモリ38に記憶される。その後、ステップ402になる。

【0024】このように、本実施例によれば、所定の目標軌跡を描くことができない目標速度 $V_{set}$ を追従させる速度まで低下させるようにしているため、実際の軌跡と目標軌跡に近付けることができる。すなわち、過負荷によって軌跡が崩れるなどの不具合がなくなる。

【0025】さらに、本実施例によれば、目標軌跡を追従させるための最高速度となるよう自動的に目標速度 $V_{set}$ が設定されるため、予め最高速度 $V_m$ を高めに設定しておけば、サテライトタイムが最短となる。更に、調整工数を低減する。

【0026】加えて、最大推力を小さくすることで、場合でも、目標軌跡を追従させる。このようにより小型のモータを使用できるため、モータの荷重・期間が接触した場合、安全な推力に低減でき、安全性がより向上する。さらには、モータの小型化によるコストダウンも可能である。

【0027】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、電流指令 $I_m$ を設定電流と比較し目標速度を調整するよう、さらには、過負荷等の場合でも目標軌跡を追従し、各軌跡のずれの発生を防止できる。さらには、目標速

度が自動調整されるため、目標速度の設定に係る工数が低減する。また、モータの推力を小さくできるため、安全性の向上及びコストダウンが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例に係る数値制御装置の全体構成を示すブロック図である。

【図2】この実施例の全体動作を示すフローチャートである。

【図3】この実施例における目標速度調整部の構成を示すブロック図である。

【図4】この実施例における目標速度調整部の動作を示すフローチャートである。

【図5】一実施例に係る数値制御装置の全体構成を示すブロック図である。

【図6】目標軌跡の一例を示す図である。

【図7】目標速度 $V_{set}$ の一例を示す図である。

【図8】X軸の目標軌跡の一例を示す図である。

【図9】Y軸の目標軌跡の一例を示す図である。

【図10】この実施例における電流制御部の動作を示すフローチャートである。

【図11】この実施例における異常停止動作を示すフローチャートである。

【図12】この実施例における過負荷等による軌跡のずれを示す図であり、(A)は実際のX軸軌跡と目標軌跡とのずれを、(B)は偏差を、(C)は電流値を、それぞれ示す図である。

【図13】この実施例における実際の軌跡を示す図である。

【符号の説明】

- 10 X、10 Y モータ
- 12 位置指令発生器
- 14 X X軸制御部
- 14 Y Y軸制御部
- 16 X、16 Y 位置制御部
- 18 X、18 Y 速度制御部
- 20 X、20 Y 電流制御部
- 22 X、22 Y 電流検出部
- 24 X、24 Y 位置検出部
- 26 X、26 Y 位置・速度変換部
- 28 X、28 Y 電流指令比較部
- 30 目標速度調整部
- 32 X、32 Y 位置指令発生部
- 34 演算部
- 36 最大速度保存メモリ
- 38 目標速度保存メモリ
- 40 減速度量保存メモリ
- 42 速度低下指令受け取り部
- 44 目標速度低下計算部
- 46 目標速度送出部
- $V_{set}$  目標速度

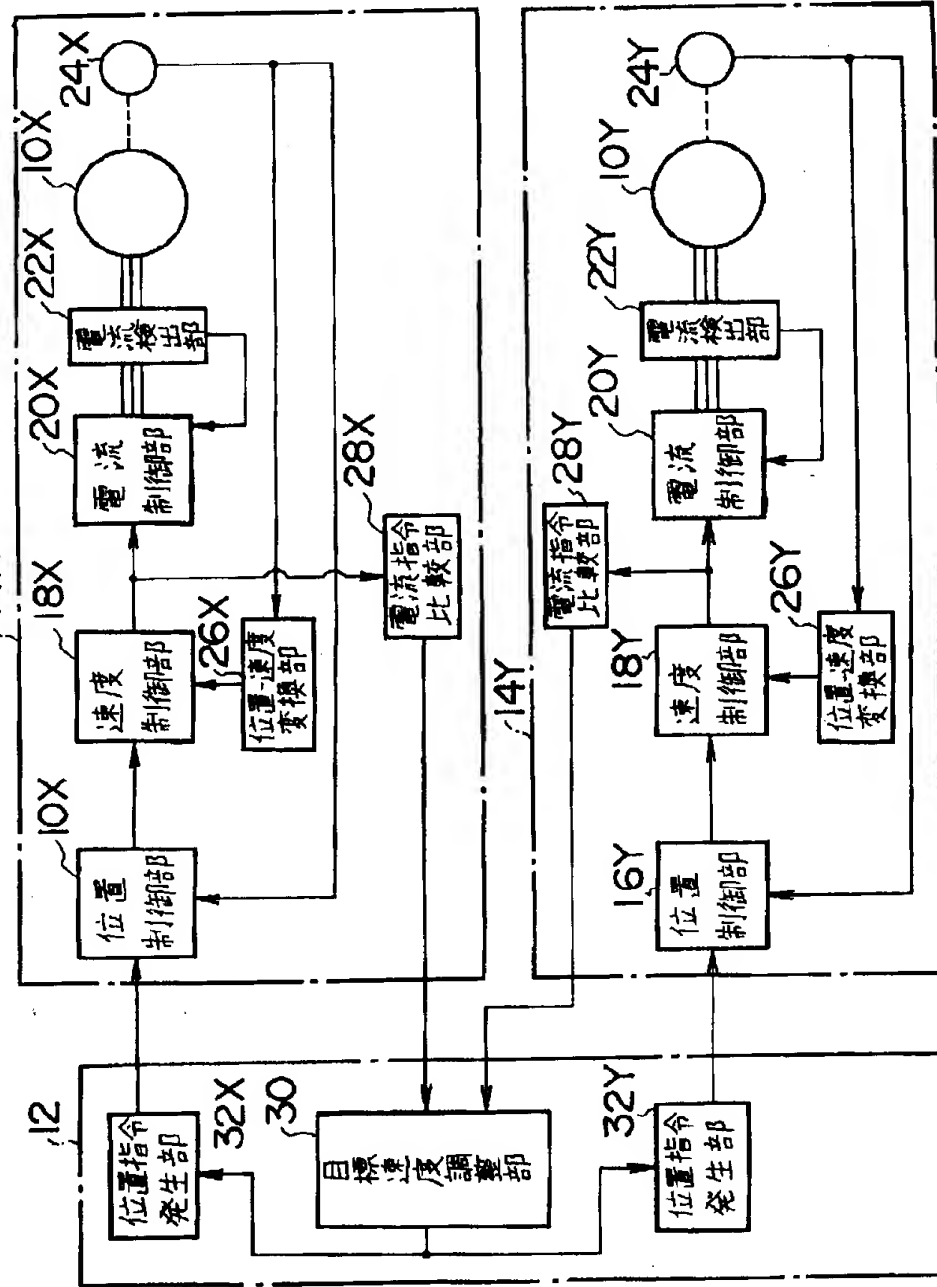
Vm 最高速度

\* \* ΔV 目標速度の減速量

【図1】

【図1】

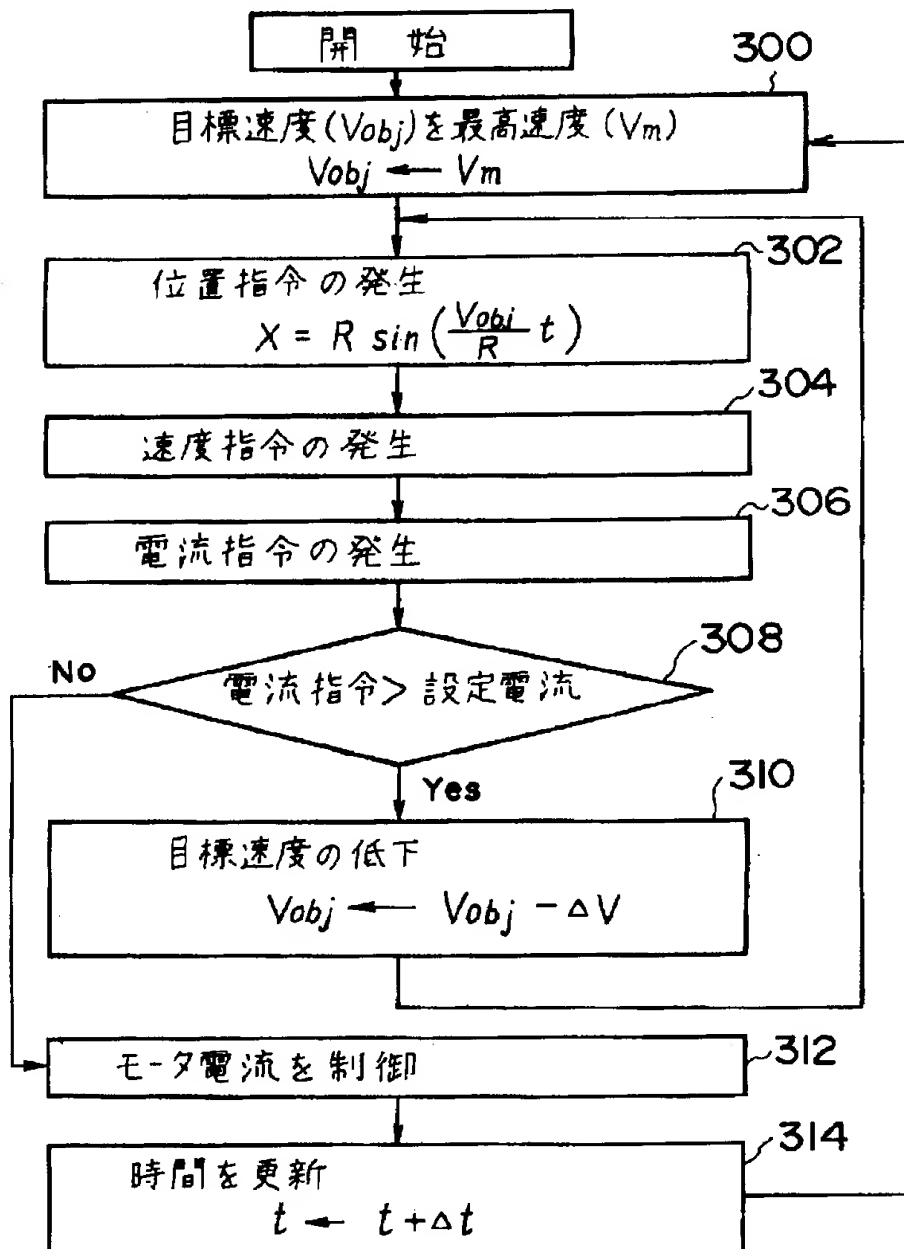
実施例の構成



【図2】

## 【図2】

## 実施例の動作

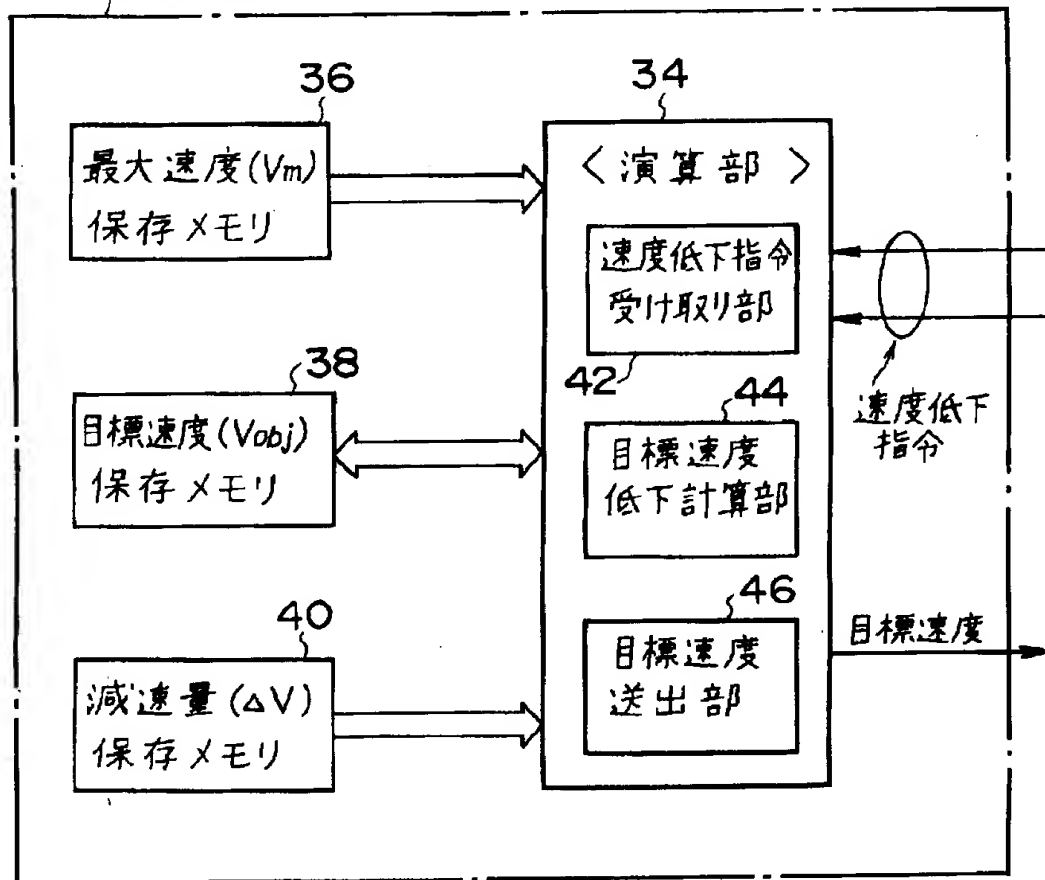


【図3】

## 【図3】

## 目標速度調整部の構成

30:目標速度調整部

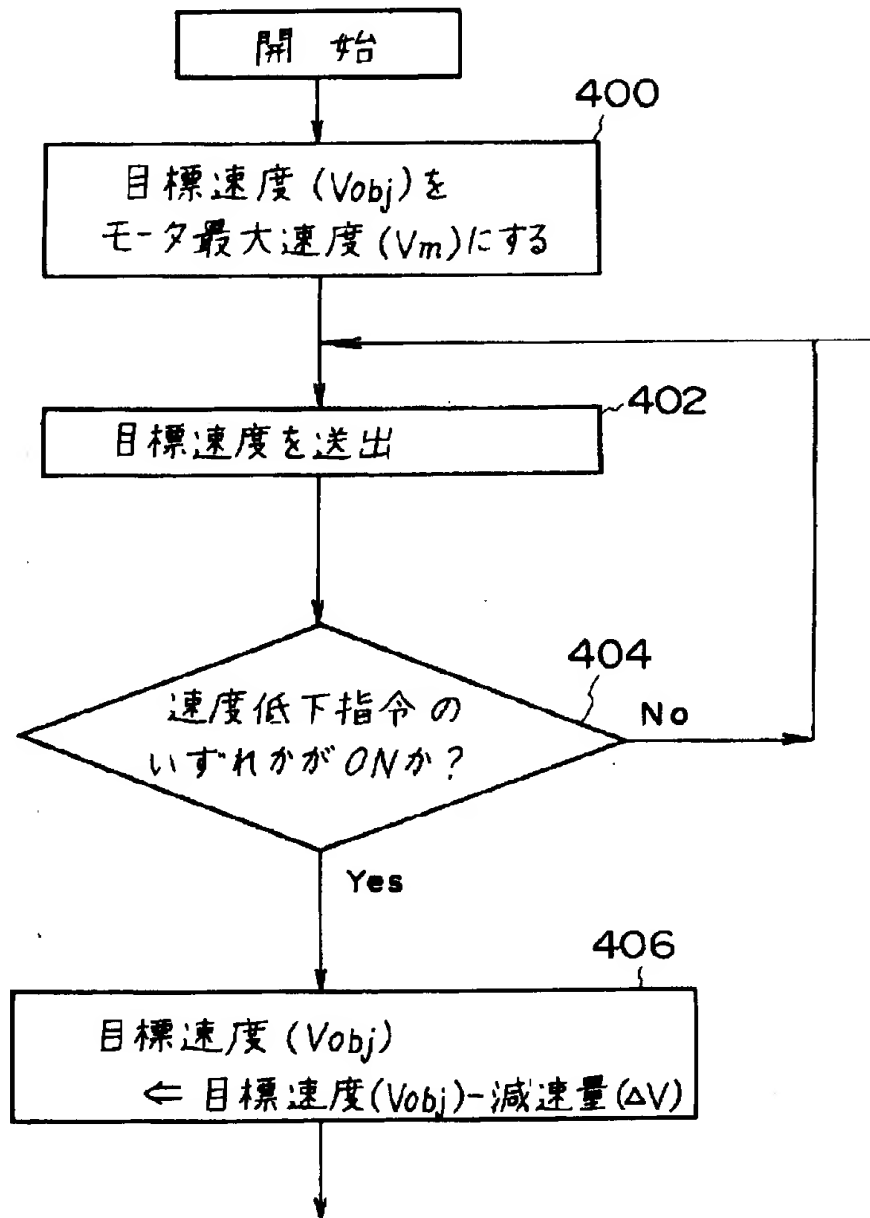




【図4】

## 【図4】

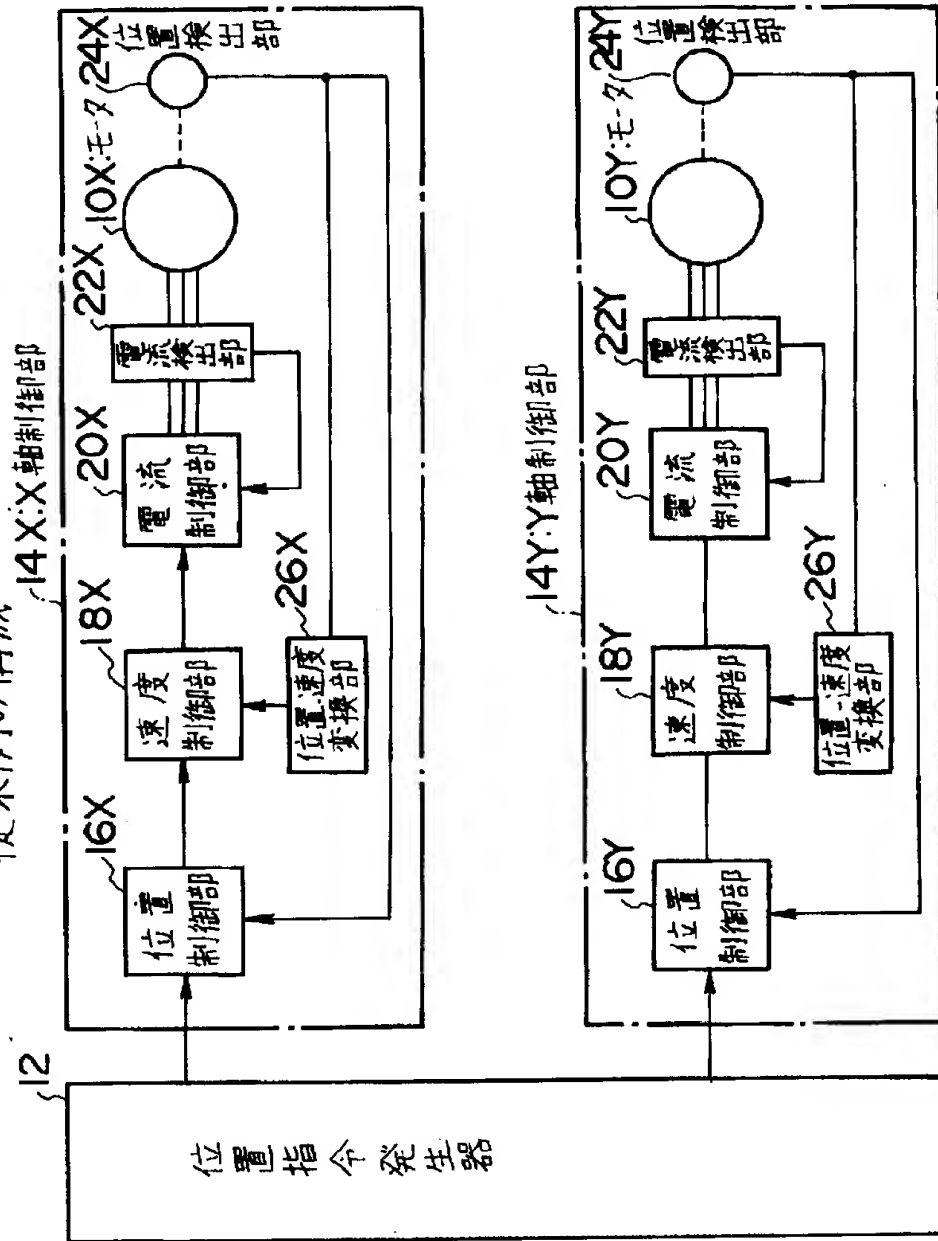
## 目標速度調整部の動作



【図5】

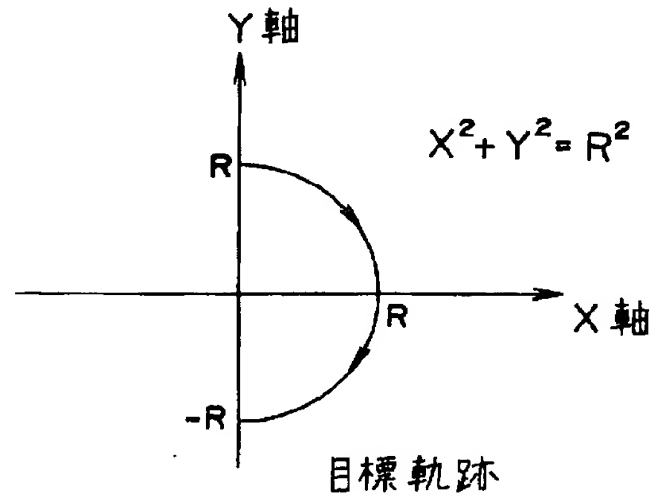
【図5】

従来例の構成



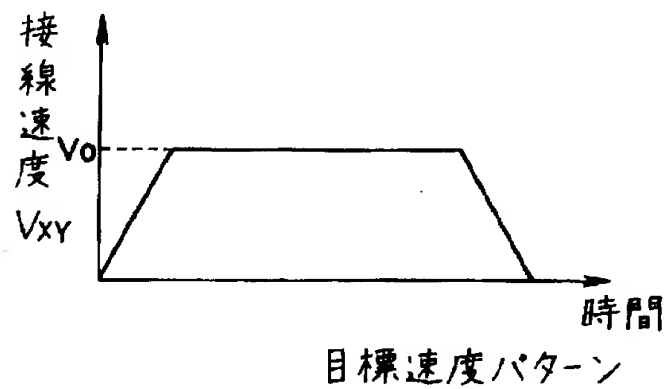
【図6】

【図6】



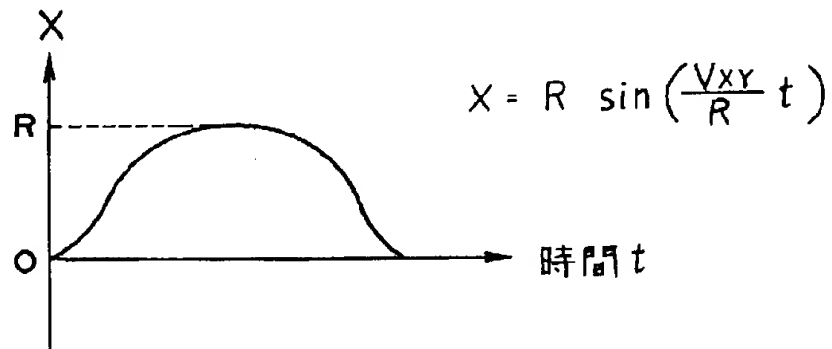
【図7】

【図7】



【図8】

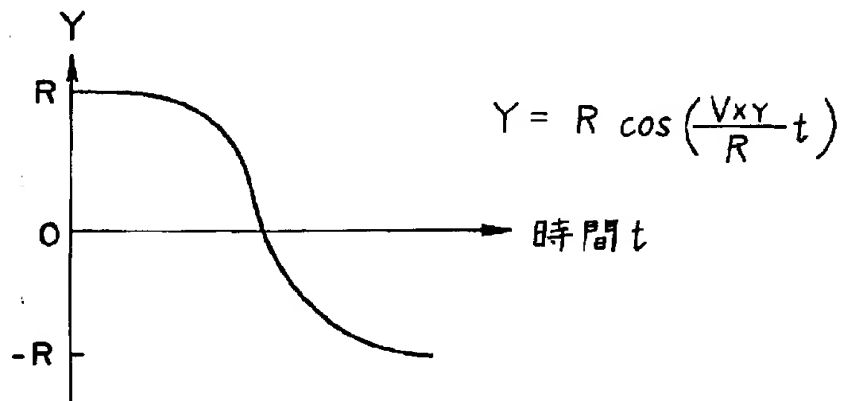
【図8】



X軸の目標軌跡

【図9】

【図9】

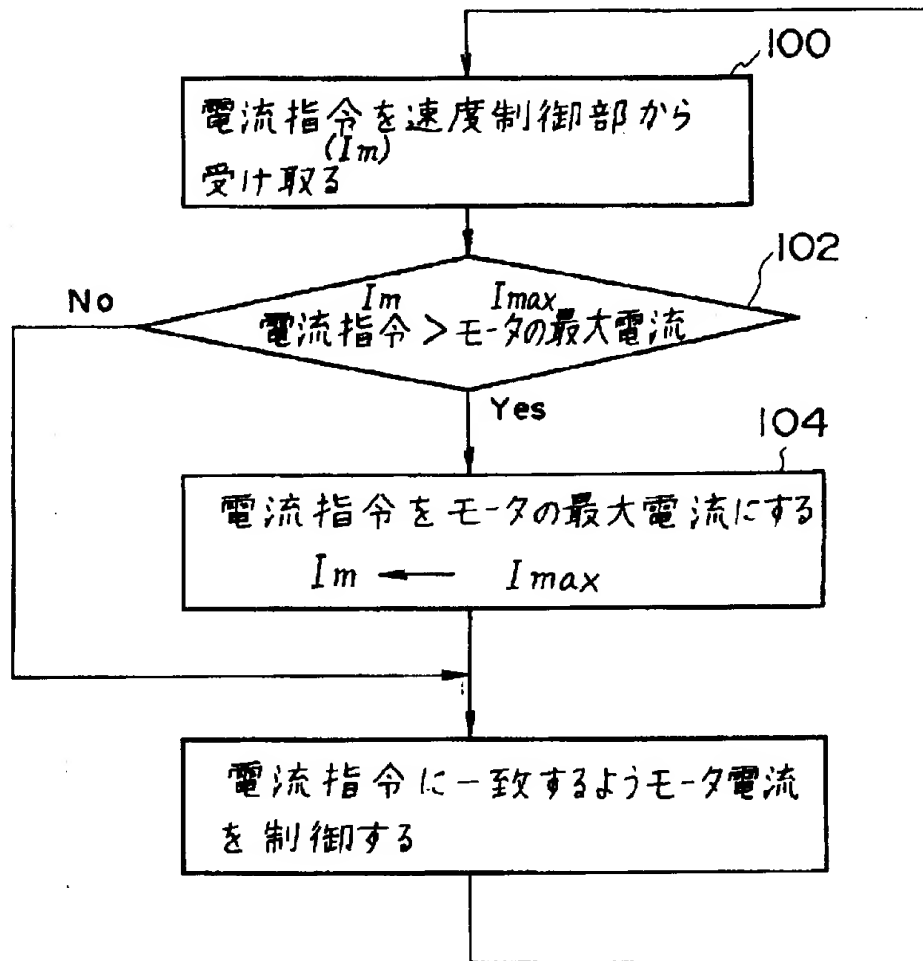


Y軸の目標軌跡

【図10】

【図10】

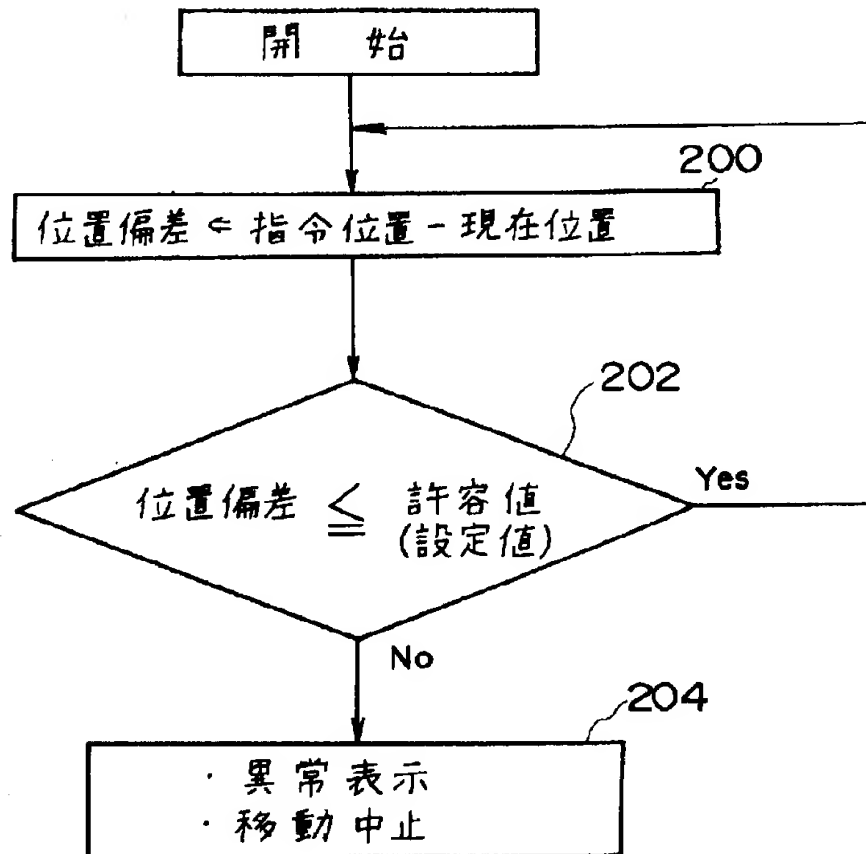
従来例の電流制御部の動作



【図11】

【図11】

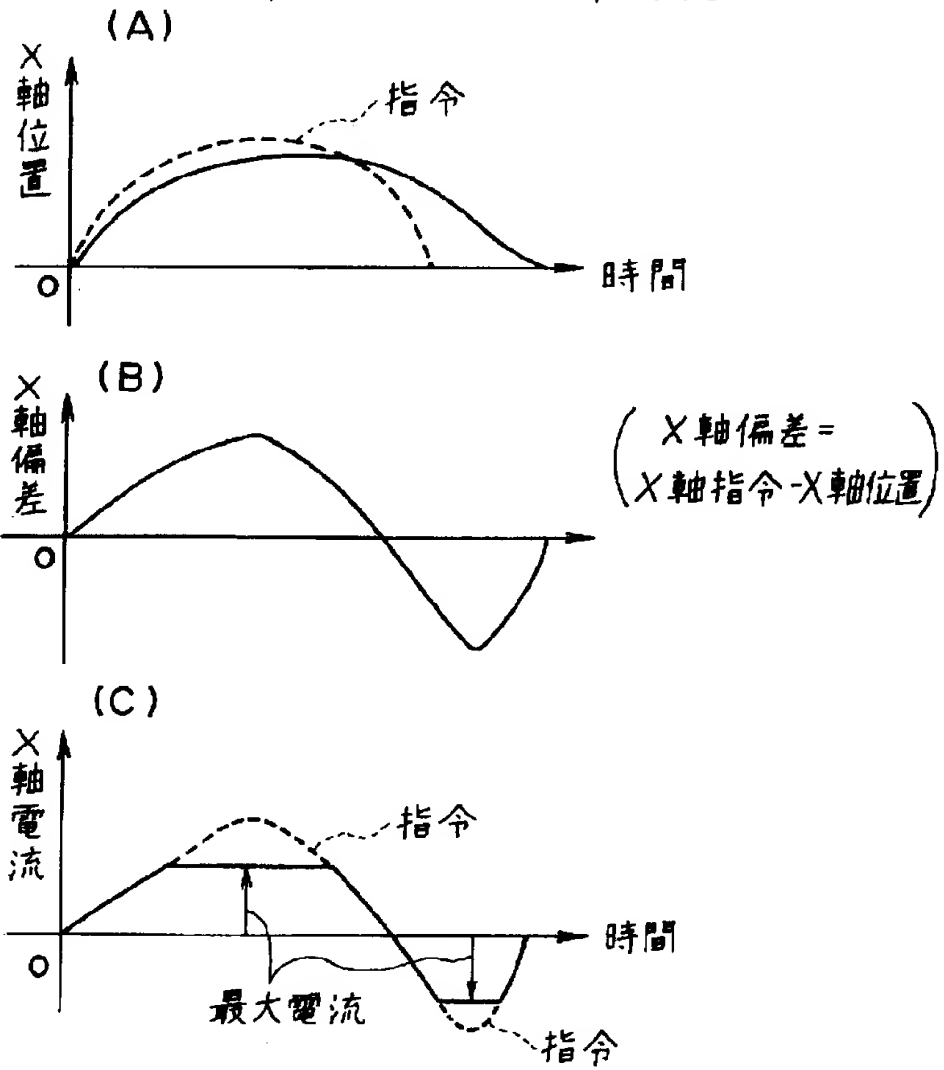
## 異常停止動作



【図12】

## 【図12】

負荷が大きくなった時の動き



【図13】

【図13】

実際の軌跡

